

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 11 月 11 日 (11.11.2004)

PCT

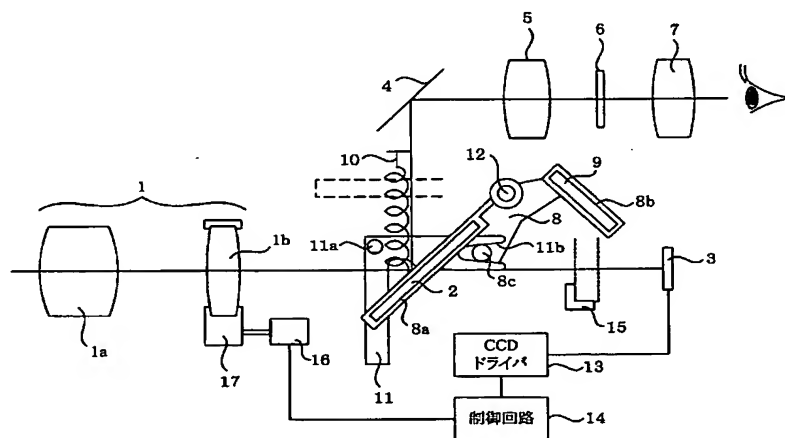
(10) 国際公開番号
WO 2004/097494 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 23/06, H04N 5/225 460-8625 愛知県 名古屋市 中区 錦 3 丁目 6 番 2 9 号 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/006320
- (22) 国際出願日: 2004 年 4 月 30 日 (30.04.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-126834 2003 年 5 月 2 日 (02.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 興和株式会社 (KOWA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中野 弘勝 (NAKANO, Hirokatsu) [JP/JP]; 〒443-0041 愛知県 蒲郡市 宮成町 1 3 番 3 5 号 興和株式会社 電機光学事業部蒲郡工場内 Aichi (JP). 後藤 吉英 (GOTO, Yoshihide) [JP/JP]; 〒443-0041 愛知県 蒲郡市 宮成町 1 3 番 3 5 号 興和株式会社 電機光学事業部蒲郡工場内 Aichi (JP). 富永 修一 (TOMINAGA, Shuichi) [JP/JP]; 〒443-0041 愛知県 蒲郡市 宮成町 1 3 番 3 5 号 興和株式会社 電機光学事業部蒲郡工場内 Aichi (JP). 石田 隆之 (ISHIDA, Takayuki) [JP/JP]; 〒443-0041 愛知県 蒲郡市 宮成町 1 3 番 3 5 号 興和株式会社 電機光学事業部蒲郡工場内 Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: DIGITAL CAMERA-EQUIPPED GROUND TELESCOPE

(54) 発明の名称: デジタルカメラ付地上望遠鏡

13...CCD DRIVER
14...CONTROL CIRCUIT

(57) Abstract: An imaging element (3) is disposed behind an object lens group (1), and a retractable quick-return half mirror (2) is disposed between the object lens group as an optical path dividing means in the direction of an observation optical system and the imaging element. Plane glass (9) for correcting, in association with the retraction, from the optical axis of an imaging optical system, of the quick-return half mirror, a change in the optical-axis-direction imaging position resulting from the retraction of the quick-return half mirror is inserted in the optical axis of the imaging optical system. The quick-return half mirror and the plane glass are respectively held at the opposite ends of a mirror guide lever (8) of one rigid member to effect respective retractions and insertions. The quick-return half mirror may be provided with an inclined plane for correcting an image position deviation in the optical-axis crossing direction.

[続葉有]



(74) 代理人: 加藤 卓 (KATO, Takashi); 〒162-0845 東京都新宿区 市谷本村町 2 番 1 1 号 外濠スカイビル 5 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 対物レンズ群(1)の後方に撮像素子(3)を配置し、観察光学系方向への光路分割手段として対物レンズ群と撮像素子の間に退避可能なクイックリターンハーフミラー(2)を配置する。クイックリターンハーフミラーの撮像光学系の光軸からの退避に連動してクイックリターンハーフミラーの退避に伴う光軸方向の結像位置の変化を補正する平面ガラス(9)を撮像光学系の光軸に挿入する。クイックリターンハーフミラーと平面ガラスはリジッドな1部材のミラーガイドレバー(8)両端にそれぞれ保持し、それぞれの退避、挿入を行なう。クイックリターンハーフミラーには、光軸交差方向の結像位置ずれを補正する傾斜平面を設けることもできる。

明 細 書

デジタルカメラ付地上望遠鏡

技術分野

本発明は撮像素子と観察光学系への光路分割を行なう光路分割手段

5 を用いるデジタルカメラ付地上望遠鏡に関するものである。

背景技術

野鳥などの自然動物を観察するために20倍から60倍程度の倍率
の地上望遠鏡が広く用いられている。一般に、地上望遠鏡の構成とし
て、正（凸）レンズと、正立系として機能する負（凹）レンズからな
10 るガリレイ式望遠鏡を基本とする構成、あるいは正（凸）レンズのみ
からなるケプラー式望遠鏡の基本構成に正立系としてプリズムなどを
加えたものなどが知られているが、いずれにしても地上望遠鏡とはユ
ーザが正立像を観察できるように構成されたものをいう。

自然動植物の観察の用途に地上望遠鏡を用いる場合、対象物を観察
15 するだけでなく記録に留めたいという必要がある。出願人は、既に観
察像を撮影可能なシステムでありながら、空中像を観察するために、
鮮明で明るい像を観察することができるデジタルカメラ付地上望遠鏡
の構成を特許文献1（特開2003-248266号公報）に示す特
許出願で提案している。

20 特許文献1におけるデジタルカメラ付地上望遠鏡の構造は、観察光
学系の構造を除く主光学系の構成は一般的な一眼レフ式デジタルカメ
ラの構造に類似するもので、特許文献1では全反射のクイックリター
ンミラーを用いている。

一方、一眼レフ式デジタルカメラでは、銀塩式一眼レフカメラと
25 異なり、撮影レンズを透過した光束を観察光学系と撮像素子の光路に

分割する固定式のハーフミラーを光路分割手段として用いる構造が知られている。このような構造は、モニタ表示、オートフォーカス処理、露出演算などのために撮像素子の撮像を常時行なえ、しかも可動式のミラーを用いないので構成を非常に簡単安価にできる利点がある反面、

5 光量損失を避けられないという問題がある。

この点に鑑み、特許文献 2（特開 2 0 0 0 - 1 6 2 4 9 5 号公報）に示すように、対物レンズを透過した被写体光束の一部を観察光学系に導き、残りを撮像素子に導くハーフミラーをクイックリターンミラーから構成し、このハーフミラーを常時は被写体光束の一部を観察光

10 学系に導く観察位置に位置し、撮影時には撮影光路から退避するように制御する構造が提案されている。この特許文献 2 では、ハーフミラーが観察位置にある時に、ハーフミラーを介して撮像素子に入射する被写体光束の光電変換出力によりハーフミラーが退避した時に対物レンズが被写体に合焦する合焦位置を演算して記憶し、実際にハーフミ

15 ラーが撮影位置に退避する撮影時には演算された合焦位置に対物レンズを移動させて合焦させるようになっている。

特許文献 2 に示される構成は、被写体撮影時の光量損失を防止でき、しかもハーフミラーが退避したとき撮像素子へ入射する像の焦点のずれを撮影レンズの移動により補正できるという利点があるが、合焦の

20 演算、記憶のためのプロセッサやメモリが必要であり、製造コストが高くなるという問題がある。

本発明の課題は、上記の問題を解決し、撮像素子の撮像を常時行なえ、撮影時の光量の損失がなく、しかも簡単安価な構成により撮像素子の合焦位置を補正できるようにすることにある。

上記の課題を解決するため、本発明によれば、対物レンズ群と、前記対物レンズ群の後方に配置され前記対物レンズ群とともに撮像光学系を構成する撮像素子と、光路分割手段として前記対物レンズ群と前記撮像素子の間に配置された退避可能な光路分割手段と、前記光路分割手段により前記撮像光学系の光路外に分割された光像を観察する観察光学系と、前記光路分割手段が前記撮像光学系の光軸から退避した時、前記光路分割手段の退避に連動して、前記光路分割手段の退避に伴う結像位置の変化を補正する光学素子を前記撮像光学系の光軸に挿入する結像位置補正手段を設けた構成を採用した。

10 あるいはさらに、前記光学素子を前記光路分割手段の退避に伴う光軸方向の結像位置の変化を補正する厚みを有する平面ガラスとする構成を採用した。

15 あるいはさらに、前記結像位置補正手段が一方の端部に前記光路分割手段を、他方の端部に前記光学素子を支持したガイドレバー部材により前記光路分割手段の退避と前記光学素子の挿入を制御する構成を採用した。

あるいはさらに、前記平面ガラスが前記撮像光学系の光軸に対して垂直に挿入される構成を採用した。

20 あるいはさらに、前記光路分割手段の透過面を前記光路分割手段の反射面に対して傾斜した傾斜平面から形成することにより、前記光路分割手段の挿入時と離脱時の前記撮像素子に対する中心光軸のずれによる光軸に交差する方向の結像位置ずれを補正する構成を採用した。

あるいはさらに、前記光路分割手段がハーフミラーである構成を採用した。

25 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の第 1 実施形態に係るデジタルカメラ付地上望遠鏡の全体構成を示した説明図であり、第 2 図は、第 1 図の装置において観察時に主光学系に挿入された Q R ハーフミラーを示した説明図であり、第 3 図は、第 1 図の装置において撮像時に主光学系に挿入された平面ガラスを示した説明図であり、第 4 図は、第 1 図の装置のクイックリターンハーフミラーにより生じる像のずれ量とそれを補正する平面ガラスの厚みの算出結果を示した表図であり、第 5 図は、本発明の第 2 実施形態に係るデジタルカメラ付地上望遠鏡の要部の構成を示した説明図である。

10 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

第 1 図は本発明を採用したデジタルカメラ付地上望遠鏡の要部の構成を示している。第 1 図において、固定レンズ群 1 a と可動フォーカスレンズ群 1 b からなる対物レンズ群 1 を透過した光束は、常時は主光軸（対物レンズ群 1 の光軸）と 45° の角度で交差するように配置されたクイックリターンミラー（以下、Q R ハーフミラーと略す）2 に入射する。

可動フォーカスレンズ群 1 b はレンズ枠 1 7 に保持され、A F 用モータ 1 6 により主光軸方向に移動できるようになっている。

20 Q R ハーフミラー 2 を透過した光束は、焦点面に置かれた撮像素子（C C D、C M O S 撮像素子など）3 に入射する。一方、Q R ハーフミラー 2 で反射した光束は観察光学系に入射し、ペンタダハプリズム（図示せず）、あるいは反射ミラー 4 とリレーレンズ 5 を組み合わせた正立光学系を介して焦点面と共役な位置に置かれた焦点板 6 の位置
25 に空中像を結像させる。ユーザはこの像を接眼レンズ 7 を介して正立

像として観察することができる。

なお、QRハーフミラー2の反射率は任意であるが、たとえば80%~90%程度とし、観察光学系に向かう光量の方が多くなるようにすると、ユーザの観察が容易になる。

5 QRハーフミラー2は、金属やプラスチックなどから成るミラーガイドレバー8の一端に設けられたミラーホルダー8aに固定されている。ミラーガイドレバー8は回動軸12に対して回動自在に枢支されており、ミラーガイドレバー8の回動軸12の反対側の端部には平面
10 ガラスホルダー8bが設けられ、この平面ガラスホルダー8bに平面ガラス9が固定されている。平面ガラス9の透過率はほぼ100%とする。

第1図の例では、QRハーフミラー2と平面ガラス9は90°の角度をなすように各ホルダー8a、8bにより保持する構造となっている。

15 また、ミラーホルダー8aには引張りばね10が張設されており、この引張りばね10はミラーホルダー8aとQRハーフミラー2を回動軸12を中心として図の時計廻りに（撮影光路から退避する方向）に回動付勢する。

観察時は、引張りばね10の張力に抗してQRハーフミラー2を主光
20 軸に対して45°の角度の位置に位置決めするのは規制レバー11である。規制レバー11の水平に図示された側の腕の先端には切欠部11bが設けられ、この切欠部11bはミラーガイドレバー8に植設されたピン8cと係合している。そして、規制レバー11はL字型でその屈曲部において回動軸11a上に回動自在に枢支され、観察時はユーザが撮影操作を行なうリリースボタン（図示せず）と連動したソレ
25

ノイドあるいは他の機械的手段により実線の位置を保つ。このようにして、観察時、QRハーフミラー2は主光軸に対して45°の位置を保持する。

ユーザの撮影操作に応じて撮影動作が開始されると、規制レバー1
5 1の保持が解除され、ミラーガイドレバー8が引張ばね10の回動付勢力によって時計廻り方向に急速に回動し、ミラーホルダー8aとQRハーフミラー2はそれぞれ点線で示される位置に移動する。

QRハーフミラー2と平面ガラス9は先に述べたように丁度90°
10 の位置関係でミラーホルダー8a, 8bに保持されているので、QRハーフミラー2が点線のように水平位置に移動すると、平面ガラス9は対物レンズ群1の光軸に対して90°をなす姿勢で撮像素子3の直前に挿入される位置まで移動することになる。この撮影時の平面ガラス9（QRハーフミラー2）の位置はストッパー15に平面ガラスホルダー8bに係止することにより決まる。

15 これにより、対物レンズ群1を透過した全ての光量が撮像素子3に到達し、QRハーフミラー2による光量損失がない状態で撮像素子3に被写体の光像が入射する。

撮像素子3はCCDドライバー13により駆動され、撮像素子3の撮像出力はCCDドライバー13を介してマイクロプロセッサやメモリ
20 りなどから構成された制御回路14に入力される。制御回路14は、撮影時に撮像素子3から得た画像データを不図示の記録媒体（メモリカードなど）に記録する。また、本実施形態では、観察期間中もQRハーフミラー2を介して撮像素子3に被写体の光束が入射されているため、これに応じて得られる撮像素子3からの撮像情報に基づき不図
25 示の表示器へのモニタ表示、オートフォーカス処理（AF用モータ1

6を介した可動フォーカスレンズ群1bの制御)、露出演算(レリーズボタン半押しなどによる露光量制御)などの処理を実行することができる。

次に上記のように構成されたデジタルカメラ付地上望遠鏡の動作に

5 つき説明する。

観察状態においてQRハーフミラー2が第1図の実線位置にある状態で、ユーザがレリーズボタン(図示せず)を半押しして半押しスイッチ(図示せず)をオンすると、制御回路14はQRハーフミラー2を介して撮像素子3に入射している被写体光束の光電変換出力により
10 その明るさを検出し、またそのコントラストを公知のコントラスト検出方法で検出する。

これにより、制御回路14は、検出した被写体光束の明るさに応じて撮像素子3の電子シャッター開放時間を決定し、また、検出したコントラスト情報に応じてAF用モータ16を駆動し、レンズ枠17に
15 保持された可動フォーカスレンズ群1bを光軸方向に移動させてオートフォーカス制御を行なうことができる。すなわち、撮像素子3上に結像している被写体のコントラストの変化に応じて制御回路14は撮像素子3の撮影画像のコントラストが最大となるようAF用モータ16を駆動して可動フォーカスレンズ群1bを合焦位置に移動させる。

20 このときの合焦位置は、QRハーフミラー2を透過して撮像素子3に入射した被写体光像の光電出力によるものであるから、QRハーフミラー2を跳ね上げて退避させたとき、平面ガラス9が挿入されなければ、そのときの合焦位置とは異なるものになる。

すなわち、第2図に示すように厚さdを持つQRハーフミラー2を
25 透過して出来る像の位置をA、QRハーフミラー2も平面ガラス9も

ない時の像の位置をBとすれば、QRハーフミラー2の屈折率nは $n > 1$ （空気の屈折率 $n = 1$ ）であるから、必ず結像位置Aの方が結像位置Bより遠くQRハーフミラー2から離れた位置になる。

第2図のQRハーフミラー2がある時とQRハーフミラー2も平面ガラス9もない時の結像位置のずれ量 δ （B～A）は、光軸上の中心光10、周辺光11による結像位置の移動に着目すれば、この幾何学的関係は下記の式（1）により表すことができる。この時、QRハーフミラー2のガラス（あるいは他の適当な材質）の屈折率はn、中心光10のQRハーフミラー2への入射角度は 45° 、周辺光11のQRハーフミラー2への入射角度は θ であるものとする。

$$\delta = \frac{d}{\cos\theta - \sin\theta} \left\{ \frac{\sqrt{2n^2 - 1} - 1}{\sqrt{4n^2 - 2}} (\cos\theta + \sin\theta) - \sqrt{2} \left(\sin\theta - \frac{\cos\theta \sin\theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2\theta}} \right) \right\} \quad (1)$$

本実施形態においては、この結像位置Aと結像位置Bのずれを平面ガラス9により補正する。すなわち、リリースボタンが全押しされると、前述のように規制レバー11が反時計方向に回動し、これにより規制を失ったQRハーフミラー2が退避し、平面ガラス9が下降して光軸上に挿入され、ストッパー15により点線の位置で係止される。

第3図はこの撮影時に平面ガラス9が主光軸上に挿入された状態を示している。QRハーフミラー2の跳ね上げ後、平面ガラス9が光軸に対し垂直に挿入されるものとすれば、この時の中心光10と周辺光11により形成される結像位置のずれ δ は平面ガラス9の屈折率 n' （平面ガラス9とQRハーフミラー2のガラスが同一であれば上記と同じnの値を用いることができる）、平面ガラス9の厚さ d' から下

記の式（２）のように近似することができる。

$$\delta = d' \left(1 - \frac{1}{n'}\right) \quad (2)$$

式（２）はスネルの法則と幾何学的考察によって導かれたもので、
第３図のように光軸に対して 90° で交差するよう平面ガラス ９ を挿
入した場合には、式（２）のように第３図の周辺光 １ １ の入射角度 θ
・に関連する項は微少項として無視でき、像のずれ量 δ は平面ガラス
９ の厚み d' とその屈折率 n' により決まる。

したがって、式（１）と式（２）の左辺の像のずれ量 δ が等しくな
るよう、式（２）の左辺に式（１）の右辺を代入し、平面ガラス ９ の
10 厚み d' について解けば、本実施形態で必要な平面ガラス ９ の厚み d
・を計算することができる。

第４図は、この計算結果を示している。ここでは、ＱＲハーフミラ
ー ２ の厚み $d = 1$ (mm)、ＱＲハーフミラー ２ および平面ガラス ９
のガラスが同一で両者の屈折率が $n = n' = 1.51633$ である条
15 件において、上記の式（１）と式（２）による計算結果を示している。

ここで、第４図の計算結果に関する考察を示しておく。

第４図の計算結果から判るように、補正すべき像のずれ量 δ は第２
図の周辺光 １ １ の入射角度 θ に依存し、一定ではない。ＱＲハーフミ
ラー ２ を 45° で挿入している場合、周辺光 １ １ の入射角度 θ の値が
20 大きくなる程、像のずれ量 δ は大きくなる（ただし $\theta = 45^\circ$ の光線
は特別な場合で、 $\delta = \text{無限大}$ で非結像）。すなわち、挿入する平面ガ
ラス ９ の厚みを除々に変えなければＱＲハーフミラー ２ で生じていた
収差（コマ収差）は完全には除去できない、とも言える。一方、補正
ガラスによって光軸方向にずれる量は、式（２）から明らかなように

θ の影響を受けない。

しかしながら、実際の製品の光学設計においては、オートフォーカスのためのコントラスト計算エリアにせよ撮影像にせよ、周辺よりも中心視野を重視する、すなわち、近軸領域の（しかも入射角度 θ が 45° に近い）周辺光 11（第 2 図）の条件を重視して計算を行なうので、第 4 図においても同様に $\theta = 45^\circ$ 最近傍の計算結果を採用する、すなわち、像のずれを解消するための平面ガラス 9 の厚さ d' には 1.77 mm を採用する。

平面ガラス 9 挿入の効果は平面ガラス 9 が無い時と比較して以下のように評価できる。

QR ハーフミラー 2 が光軸から退避している時と挿入されている時の、光軸方向での合焦位置ずれの量（ δ ）は、第 4 図より平面ガラス 9 が無いとき：最大 0.70 mm であるが、平面ガラス 9 があるとき：厚さ 1.77 mm のものを挿入した場合は画角中心部のずれは補正されるので、ずれは最大 $0.70 - 0.60 = 0.10$ mm の範囲となる。

QR ハーフミラー 2 の離脱による結像位置のずれによる影響を本実施形態のように平面ガラス 9 を挿入することなく放置した場合、たとえば QR ハーフミラー 2 挿入中に計算したオートフォーカス制御の条件をそのまま用いることによって撮影画質の低下となって表れる。この画質低下の度合は、撮影時の光学系の被写界深度（絞り値）などによっても異なるが、被写界深度の浅い絞り開放のような条件においては場合によっては深刻なものとなる。

一方、本実施形態によれば、平面ガラス 9 を挿入することにより、QR ハーフミラー 2 が挿入されていた状態に生じていた結像位置のず

れの方だけ結像位置を補正することができる。したがって、QRハーフミラー2挿入中に計算したオートフォーカス制御の条件をそのまま用いても、画質低下の度合はより小さくなる。

特に、本実施形態によれば、平面ガラス9を光軸に垂直に挿入するようにしているので、平面ガラス9の結像位置の補正効果は種々の方向を有する全ての撮影光線について均等に作用し（式（2）が周辺光の入射角度 θ' に依存しない点を参照のこと）、第4図に示したように結像に関与する周辺光の方向に依存して発生する結像位置のずれに起因する画像の劣化を撮影時に生じることがない。

以上のようにして、本実施形態では、QRハーフミラー2が光軸上から退避することで生じる結像位置（合焦位置）の変化を平面ガラス9を挿入することにより補正することができる。

平面ガラス9が挿入された後、撮像素子3は、リリースボタン半押し状態のときに決定された電子シャッター開放時間だけ被写体像を撮像する。撮像が終了すると、制御回路14は図示しない駆動モータを駆動させ、QRハーフミラー2および平面ガラス9を待機位置に復帰させる。

以上のようにして、本実施形態によれば、ハーフミラーによる光路分割手段（QRハーフミラー2）により撮像素子と観察光学系の双方に被写体光束を入射させるデジタルカメラ付地上望遠鏡において、撮影時、ハーフミラーによる光路分割手段を主光学系から除去するとともに、ハーフミラーによる光路分割手段により生じていた結像位置のずれを補正する光学素子（平面ガラス9）を主光学系に挿入するようにしているので、撮影時の撮像素子への入射光量の損失を生じることがなく、プロセッサやメモリを用いることなく、また結像位置補正用

の光学素子として平面ガラス 9 のようにシンプルな光学素子を利用した非常に簡単安価な構成によって合焦位置のずれを補正することができる。もちろん、本実施形態ではハーフミラーによる光路分割を行なうので観察期間中は撮像素子により、露光調節、モニタ表示、オートフォーカス調整などの所定の目的のための撮像データ取得が可能である。

また、本実施形態によれば、光路分割手段を構成する Q R ハーフミラー 2 と平面ガラス 9 をそれぞれ別のレバー上に保持するのではなく、リジッドな 1 部材のガイドレバー部材（ミラーガイドレバー 8）の両端にそれぞれ保持しており、このミラーガイドレバー 8 により Q R ハーフミラー 2 ないし平面ガラス 9 の位置決めが行なわれる。このため、少ない部品点数で非常に簡単安価に実施でき、Q R ハーフミラー 2 ないし平面ガラス 9 の位置決め誤差は極めて少なくて済み、正確な結像位置補正を行なえる、という優れた効果がある。

なお、以上では説明を容易にするため、Q R ハーフミラー 2 は 45° の角度で、平面ガラス 9 は 90° の角度でそれぞれ主光学系に挿入されるものと説明したが、これらの条件はあくまでも便宜上のものであり、これらの部材の主光学系に対する角度は他の設計条件に応じて適宜変更することができるのはいうまでもない。

また、以上では、Q R ハーフミラー 2 および平面ガラス 9 が互いになす角度は 90° であるものとして説明したが、駆動機構の構成、装置内のスペースなどの事情に応じて両者の相対角度を 90° 以外の角度に取ることができるのはいうまでもない。

以上では、Q R ハーフミラー 2 を退避させる撮影時に平面ガラス 9 を挿入し、光軸方向の結像位置ずれ δ を補正する構成を示した。

しかしながら、第1実施形態において平面ガラス9を挿入することで補正できるのは光軸方向の結像位置ずれ δ であって、結像光軸のシフトについては考慮されていない。第2図に示したように、傾斜してQRハーフミラー2を挿入することによって、光軸に交差する（垂直な）方向に結像位置ずれ Δ が生じるが、第1実施形態に示した構成だけではこの結像位置ずれ Δ は補正することができない。

本実施形態では、この結像光軸のシフトを解消するために、光路分割手段としてのQRハーフミラーの透過面をその反射面（半透過面）に対して傾斜した傾斜平面から構成する例を示す。

10 光路分割手段としての透過面をその反射面（半透過面）に対して傾斜した傾斜平面から構成する構造は、たとえば、QRハーフミラー18の垂直断面形状を第5図のようなくさび形断面とするものである。

以下、第5図の構成を第2実施形態として説明するが、以下の説明において第5図以外の構成は第1実施形態と同様であるものとする。

15 また、以下の説明において、第1実施形態と同一または相当するものに関しては同一符号を用い、その詳細な説明は省略する。

QRハーフミラー18は、第1図と同様に平面ガラス9とともにミラーホルダー8に支持されて観察時にQRハーフミラー18が光路に挿入され、撮影時にはQRハーフミラー18が退避して平面ガラス9が光路に挿入されるよう制御される。

第5図の構成は、QRハーフミラー18表面の反射面（半透過面）により屈折の法則によってシフトされた光束、特に中心付近の光束をQRハーフミラー18の背面の透過面の傾きによって撮像素子3の中心付近へ戻すようにしていることを特徴とするものである。これにより、観察時に撮像素子3中心付近を通過する光線の経路がQRハーフ

ミラー 18 を挿入していない時とほぼ同様になるように補正することができる。

以下、第 5 図の Q R ハーフミラー 18 の背面の透過面（傾斜平面）がその表面の反射面（半透過面）に対してなす角度 α の計算手法を示す。

ここでは、撮像素子上 3 の結像面から 29.559 mm の位置に厚さ 1 mm、屈折率 $n = 1.51633$ の単純平面 Q R ハーフミラーを光軸に対して 45° の角度で挿入した場合において、Q R ハーフミラー 18 の背面の透過面（傾斜平面）がその表面の反射面（半透過面）に対してなす角度 α の計算手法を示す。なお第 5 図は模式的に表したものであって、縮尺については考慮されていない。

このような構成においては、スネルの法則から光軸上の光線（中心光）がこの Q R ハーフミラー入射により生じる屈折角 θ_1 は $\theta_1 = 27.796^\circ$ であり、よって中心光が Q R ハーフミラーを透過する光路長 L は $L = 1.130$ mm となる。

これにより、出射光（光軸に並行な破線により図示）の光軸シフト量 Δ は $\Delta = 0.334$ mm となり、この中心光を元通り撮像素子 5 の中心に結像させるために必要な入射角 θ_2 は $\theta_2 = 0.647^\circ$ となる。

したがって、第 5 図のようなくさび形状の場合、Q R ハーフミラー 18 の背面（実線）の透過面の傾斜角 α は、スネルの法則から

$$1.51633 \times \sin(\theta_1 + \alpha) = 1 \times \sin(\theta_2 + 45^\circ + \alpha) \quad (3)$$

を満足する必要がある、そこでこの式 (3) を α について解くと傾斜角 α は $\alpha = 0.710^\circ$ （分秒表示で $42'34''$ ）となる。

上記のような挟角 α を有するくさび形 Q R ハーフミラー 18 を用い

ることにより、撮像素子3上において結像光軸の上下方向のシフトをキャンセルしたのと同等の効果が得られる。結像光軸の上下方向のシフトそのものはキャンセルできないが、撮像素子3の撮像面の位置においては、光軸付近では実質的に平面ガラスによるQRハーフミラーで生じる結像光軸の上下方向のシフトがなくなったのと同じ状態を形成できる。

観察期間においては、第5図の状態オートフォーカス制御を行なうことになるが、このとき、上述の計算は光軸付近の周辺光のみに関して適用されるため、オートフォーカスエリアを撮像素子3の撮像範囲の中心付近に設定すれば、結像光軸の上下方向のシフトが無いのと同様な状態でオートフォーカス処理を行なうことができる。

なお、光軸に沿った結像位置のずれに関しては、撮影時にQRハーフミラー18を退避させ、第1実施形態と同様に構成した平面ガラス9を挿入することにより補正する。

すなわち、QRハーフミラー18が光軸から退避すると結像位置は撮像素子3上から光軸方向に δ だけずれるが、平面ガラス9を光軸に対し垂直に挿入することで結像位置はもとの撮像素子3上になるように補正される。補正ガラス9の厚さは平面のQRハーフミラーを用いた場合と同じ1.77mmでよい。

第5図のようなくさび型形状の光路分割手段（QRハーフミラー18）は、ハーフミラー構成であれば、ガラスなどの材料を整形した上、反射／透過／フィルタ特性を与えるためのコーティングを施すことにより、比較的簡単安価に製造することができる（第1実施形態のQRハーフミラー2も同様）。

なお、第1実施形態に関して示した種々の変形例（QRハーフミラ

一の挿入角度その他)は、第2実施形態においても適用可能であることとはいうまでもない。

産業上の利用可能性

- 以上の説明から明らかなように、本発明によれば、対物レンズ群と、
- 5 前記対物レンズ群の後方に配置され前記対物レンズ群とともに撮像光学系を構成する撮像素子と、光路分割手段として前記対物レンズ群と前記撮像素子の間に配置された退避可能な光路分割手段と、前記光路分割手段により前記撮像光学系の光路外に分割された光像を観察する観察光学系と、前記光路分割手段が前記撮像光学系の光軸から退避した時、前記光路分割手段の退避に連動して、前記光路分割手段の退避に伴う結像位置の変化を補正する光学素子を前記撮像光学系の光軸に挿入する結像位置補正手段を設けた構成を採用しているので、撮像素子の撮像を常時行なえ、撮影時の光量の損失がなく、しかも演算手段や光学素子の駆動制御手段を必要としない簡単安価な構成により撮
- 10 像素子の合焦位置を補正できる、という優れた効果がある。

特に、前記光学素子は、前記光路分割手段の退避に伴う光軸方向の結像位置の変化を補正する厚みを有する平面ガラスから構成することができ、その場合、シンプルな光学素子を利用した非常に簡単安価な構成によって合焦位置のずれを補正することができる。

- 20 あるいはさらに、一方の端部に前記光路分割手段を、他方の端部に前記光学素子を支持したガイドレバー部材により前記光路分割手段の退避と前記光学素子の挿入を制御する構成を用いれば、少ない部品点数で非常に簡単安価に、また正確に結像位置の補正を行なえる、という優れた効果が得られる。

- 25 あるいはさらに、前記平面ガラスが前記撮像光学系の光軸に対して

垂直に挿入される構成を採用することにより、平面ガラスの結像位置の補正効果を種々の方向を有する全ての撮影光線について均等に作用させることができ、オートフォーカス制御を最適な条件で作用させるとともに撮影画質の劣化を防止できる、という優れた効果が得られる。

- 5 あるいはさらに、前記光路分割手段の透過面を前記光路分割手段の反射面に対して傾斜した傾斜平面から形成することにより、前記光路分割手段の挿入時と離脱時の前記撮像素子に対する中心光軸のずれによる光軸に交差する方向の結像位置ずれを補正する構成を採用することにより、光軸方向の結像位置のみならず光軸に交差する方向の結像位置ずれ（光軸シフト）も補正することができる、という優れた効果が得られる。
- 10

前記光路分割手段はハーフミラーから構成することができ、その場合ガラスなどの材料を整形した上、反射／透過／フィルタ特性を与えるためのコーティングを施すことにより、比較的簡単安価に製造することができる。

15

請 求 の 範 囲

1. 対物レンズ群と、

前記対物レンズ群の後方に配置され前記対物レンズ群とともに撮像光学系を構成する撮像素子と、

5 光路分割手段として前記対物レンズ群と前記撮像素子の間に配置された退避可能な光路分割手段と、

前記光路分割手段により前記撮像光学系の光路外に分割された光像を観察する観察光学系と、

10 前記光路分割手段が前記撮像光学系の光軸から退避した時、前記光路分割手段の退避に連動して、前記光路分割手段の退避に伴う結像位置の変化を補正する光学素子を前記撮像光学系の光軸に挿入する結像位置補正手段を設けたことを特徴とするデジタルカメラ付地上望遠鏡。

15 2. 前記光学素子が前記光路分割手段の退避に伴う光軸方向の結像位置の変化を補正する厚みを有する平面ガラスであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

3. 前記結像位置補正手段が一方の端部に前記光路分割手段を、他方の端部に前記光学素子を支持したガイドレバー部材により前記光路分割手段の退避と前記光学素子の挿入を制御することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

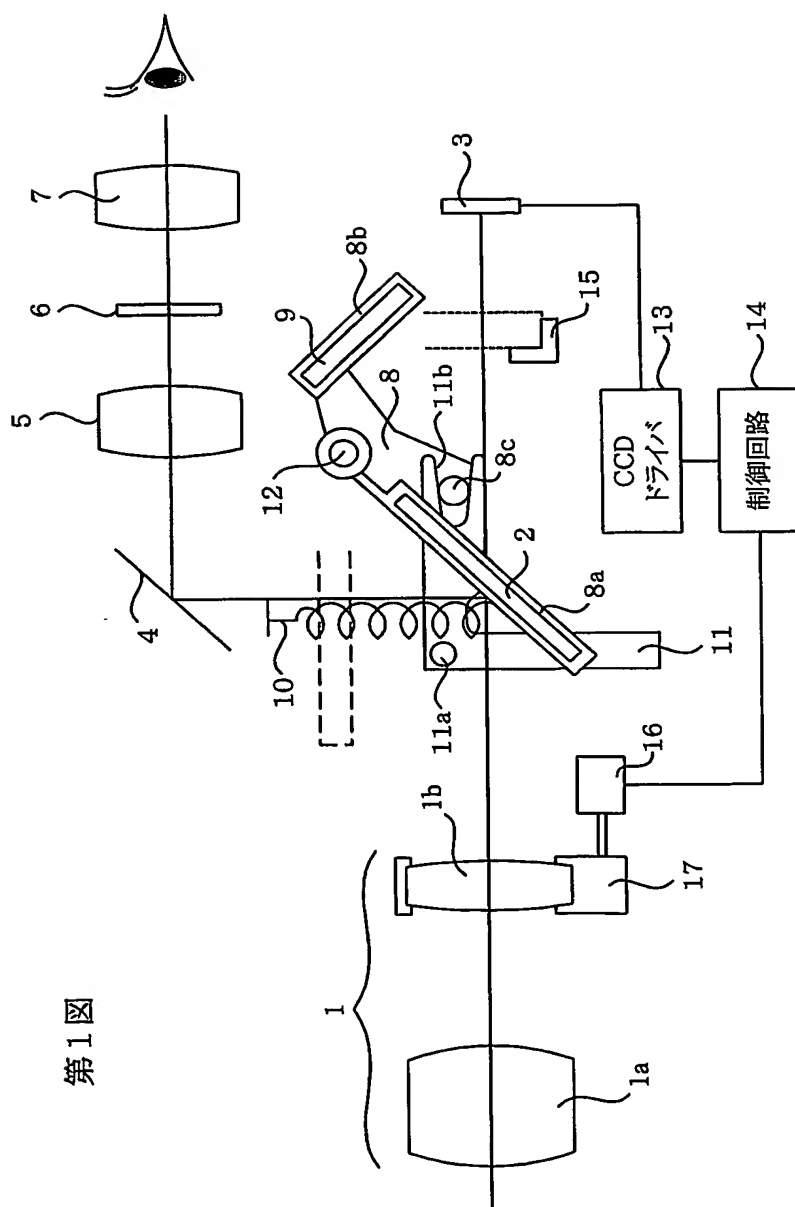
20 4. 前記平面ガラスが前記撮像光学系の光軸に対して垂直に挿入されることを特徴とする請求の範囲第2項に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

5. 前記光路分割手段の透過面を前記光路分割手段の反射面に対して傾斜した傾斜平面から形成することにより、前記光路分割手段の挿

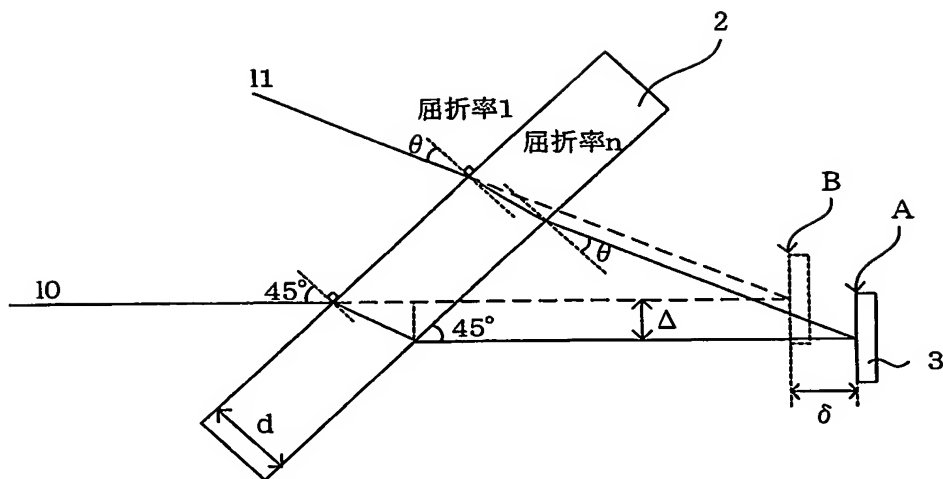
25

入時と離脱時の前記撮像素子に対する中心光軸のずれによる光軸に交差する方向の結像位置ずれを補正することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

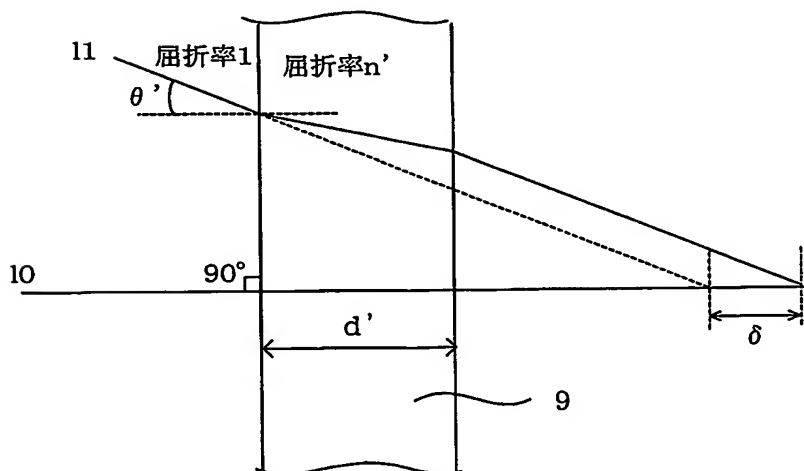
5 6. 前記光路分割手段はハーフミラーであることを特徴とする請求の範囲第5項に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。



第2図



第3図

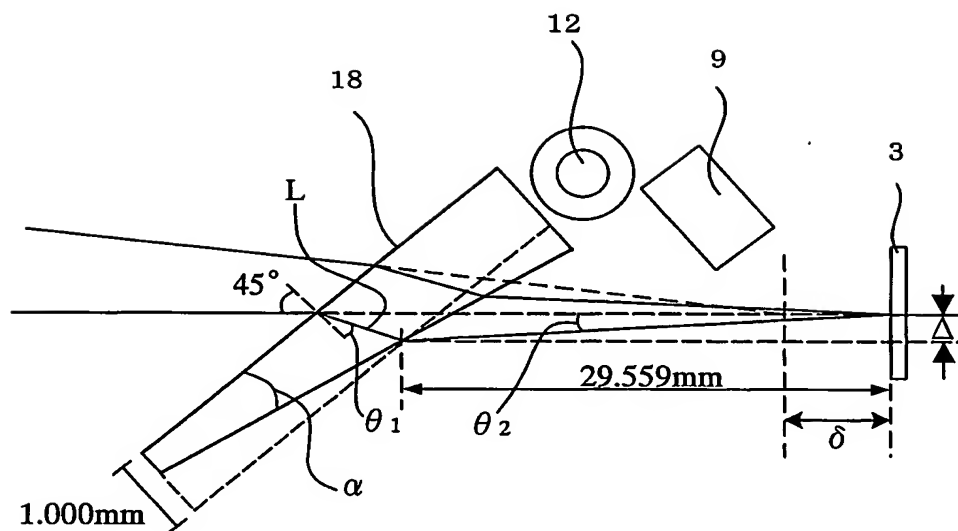


第4図

$d=1(\text{mm})$ 、 $n=n'=1.51633$ の場合の、周辺
光の入射角度毎のずれ量と補正ガラスの厚さ

θ (°)	δ (mm)	d' (mm)
35	0.52	1.53
36	0.53	1.55
37	0.54	1.57
38	0.54	1.60
39	0.55	1.62
40	0.56	1.65
41	0.57	1.67
42	0.58	1.69
43	0.59	1.72
44	0.59	1.75
44.999	0.60	1.77
45.001	0.60	1.77
46	0.61	1.80
47	0.62	1.83
48	0.63	1.85
49	0.64	1.88
50	0.65	1.91
51	0.66	1.94
52	0.67	1.97
53	0.68	2.00
54	0.69	2.03
55	0.70	2.06

第5図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B23/06, H04N5/225

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B23/06, H04N5/225

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-281595 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 31 October, 1997 (31.10.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 10-294888 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 04 November, 1998 (04.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 62-237870 A (Nippon Jido Seigyo Kabushiki Kaisha), 17 October, 1987 (17.10.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 August, 2004 (13.08.04)Date of mailing of the international search report
31 August, 2004 (31.08.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006320

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-281407 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 31 October, 1997 (31.10.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2000-19575 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 21 January, 2000 (21.01.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G02B23/06, H04N5/225

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G02B23/06, H04N5/225

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 9-281595 A (オリンパス光学工業株式会社) 1997. 10. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	J P 10-294888 A (旭光学工業株式会社) 1998. 11. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	J P 62-237870 A (日本自動制御株式会社) 1987. 10. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 08. 2004

国際調査報告の発送日

31. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森口 良子

2 V

9125

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P . 9 - 2 8 1 4 . 0 7 A (オリンパス光学工業株式会社) 1 9 9 7 . 1 0 . 3 1 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6
A	J P 2 0 0 0 - 1 9 5 7 5 A (オリンパス光学工業株式会社) 2 0 0 0 . 0 1 . 2 1 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6